

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра технології
машинобудування

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для лабораторних занять і самостійної роботи студентів
усіх форм навчання

на тему:

“Визначення похибки встановлення циліндричних деталей в призмі”

з дисципліни

“Технологічні основи машинобудування”

Призначена для здобувачів вищої освіти
освітнього рівня бакалавр
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Тернопіль
2019

УДК 621.01(07)
М54

Укладачі:

Радик Д.Л., канд. техн. наук, доцент;
Ткаченко І.Г., канд. техн. наук, доцент;
Сіправська М.Д., асистент.

Рецензент:

Гевко Ів.Б., докт. техн. наук, професор.

Методичний посібник розглянуто й затверджено на засіданні методичного семінару кафедри технології машинобудування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 6 від 19 лютого 2019 р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної ради факультету по інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 6 від 14 березня 2019 р.

М54 Методичні вказівки для лабораторних занять і самостійної роботи студентів усіх форм навчання на тему «Визначення похибки встановлення циліндричних деталей в призмі» з дисципліни «Технологічні основи машинобудування». Призначена для здобувачів вищої освіти освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 131 – Прикладна механіка / Укладачі: Радик Д.Л., Ткаченко І.Г., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 20 с.

УДК 621.01(07)

Методичні вказівки розроблені відповідно до навчального плану підготовки здобувачів вищої освіти, освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Відповідальна за випуск: асистент *Сіправська М.Д.*

© Радик Д.Л., Ткаченко І.Г.,
Сіправська М.Д., 2019
© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, 2019

Мета роботи – поглиблення практичних навиків студентів при визначенні похибок базування, що виникають під час встановлення партії циліндричних заготовок у верстатні пристрої з використанням опорного елемента у вигляді призми.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

В машинобудуванні розрізняють два способи встановлення заготовок в пристосуваннях для їх механічного оброблення на верстатах:

а) спосіб автоматичного отримання заданих розмірів, коли положення вимірювальної бази, відносно встановленого на розмір інструменту, безпосередньо впливає на допуск отриманого розміру. При цьому способі застосовують спеціальні робочі пристосування, під якими розуміють пристрої, що складаються із встановлюючих, затиснутих в направляючих інструмент елементів, змонтованих в загальному корпусі. Заготовки встановлюють базовими поверхнями на встановлюючі елементи пристосувань з послідовним закріпленням цих заготовок затискними елементами.

У разі оброблення деталі цим способом верстат попередньо налаштовують, тобто встановлюють ріжучий інструмент і пристосування в таке взаємне розміщення, при якому забезпечується автоматичне отримання заданого розміру в партії заготовок при однократній обробці. Таке розміщення інструменту і пристосування залишається незмінним до чергового регулювання, яке

стає необхідним внаслідок зношення інструменту, або нового налагодження у зв'язку зі зміною інструменту.

б) спосіб індивідуального отримання заданих розмірів, коли положення вимірювальної бази оброблювальної заготовки не впливає на допуск отримуваного розміру, оскільки заданий розмір отримується шляхом пробних проходів і замірів безпосередньо від вимірювальної бази.

Головними опорами пристосувань для встановлення заготовок циліндричними поверхнями є призми. Вони бувають 3-х видів:

а) Широкі, вони служать для встановлення невеликих заготовок з обробленими зовнішніми циліндричними поверхнями (рис. 1).

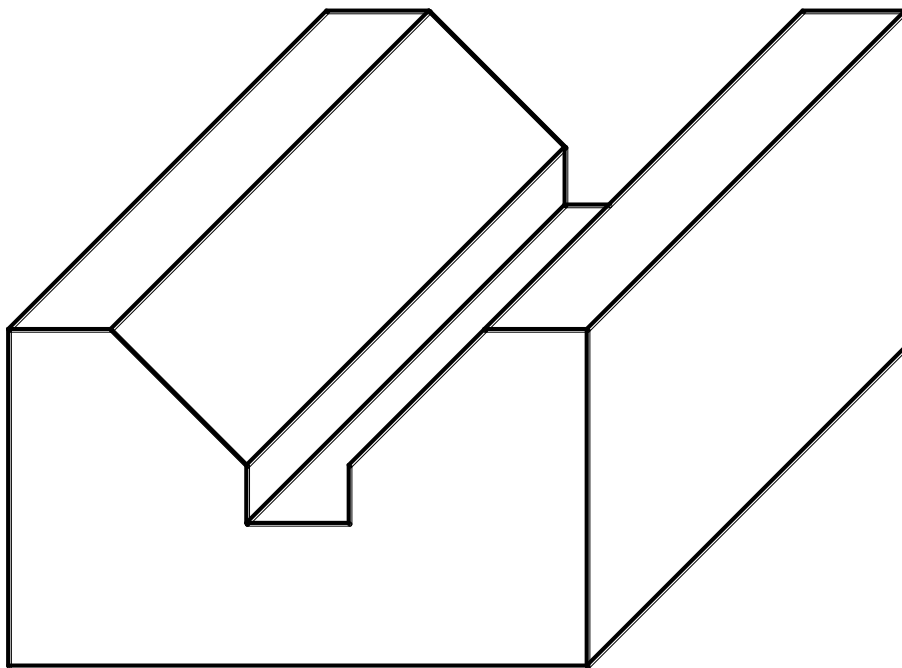


Рисунок 1. Широка призма

б) Призми з виймкою. Їх використовують для встановлення довгих і ступінчастих валів, а також з необробленою зовнішньою циліндричною поверхнею (рис. 2).

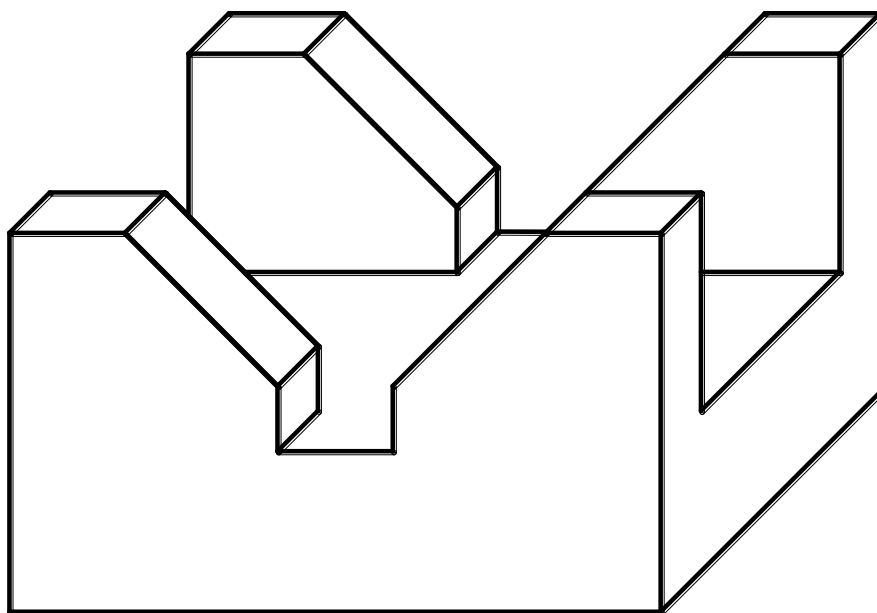


Рисунок 2. Призма з виймкою

в) Призма з чотирма опорами, яку використовують замість вузьких. Опори розміщують під кутом α , рівним куту призми (рис. 3).

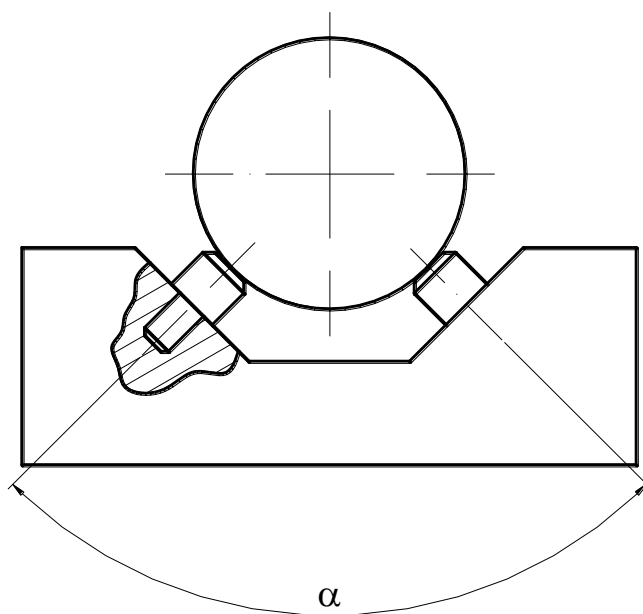


Рисунок 3. Призма з чотирма опорами

Верстатні пристрої з опорними елементами у вигляді коротких або довгих призм широко використовують в машинобудуванні для механічного оброблення заготовок деталей типу “ступінчастий вал”, “фланець”, “важіль” та інших деталей. Такі заготовки встановлюють у пристрій на одну з технологічних баз зовнішньої циліндричної чи радіусної поверхні (або поверхонь). Найчастіше такі пристрої використовують на операціях механічного оброблення головних отворів в деталях типу “важіль” а також місцевих елементів (лисок, дрібних отворів, шпонкових пазів) в заготовках типу “ступінчастий вал” або “фланець”.

При обробленні деталей типу трийників, кутників, важелів, шатунів, ступінчатих валів, встановлення здійснюють по двох циліндричних поверхнях.

При обробленні деталі, у якої осі циліндричних поверхонь перетаяються і одна із базових поверхонь оброблена, а інша ні, заготовку слід встановлювати обробленою поверхнею на призму, а необробленою – на нерухому опору (рис. 4).

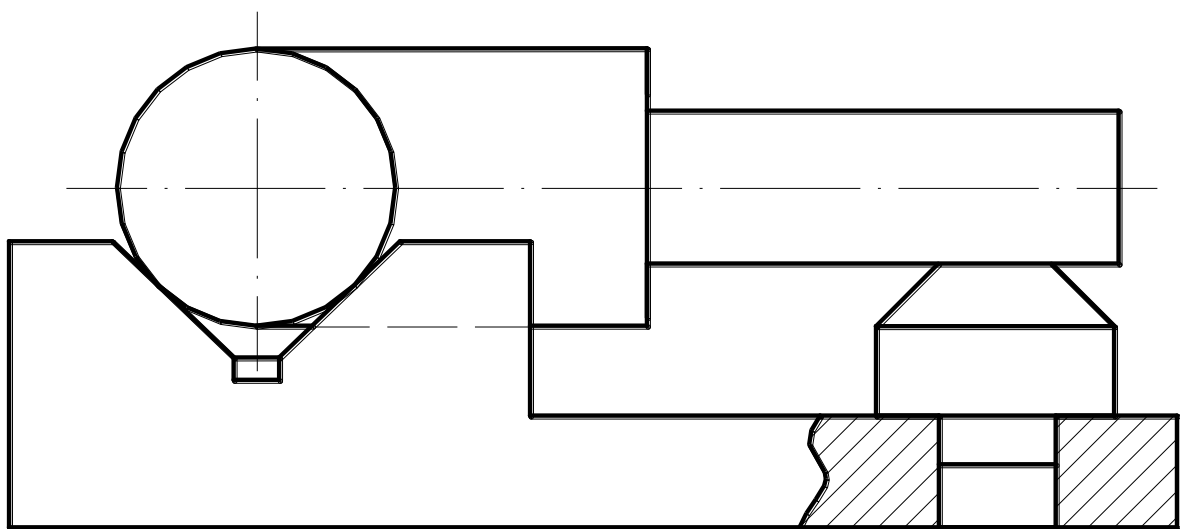


Рисунок 4. Схема встановлення заготовки в призмі з нерухомою опорою

Заготовки типу трійників з обома базовими поверхнями встановлюють в три вузькі призми (рис. 5).

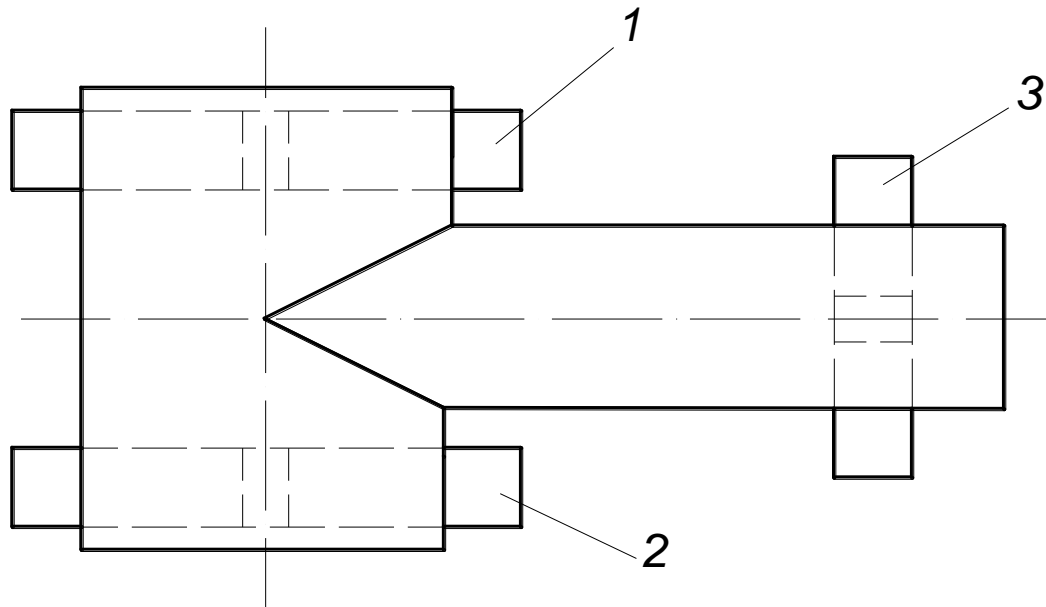


Рисунок 5. Схема встановлення деталі в трьох вузьких призмах

Схема базування заготовки із застосуванням рухомої призми зображена на рис. 6.

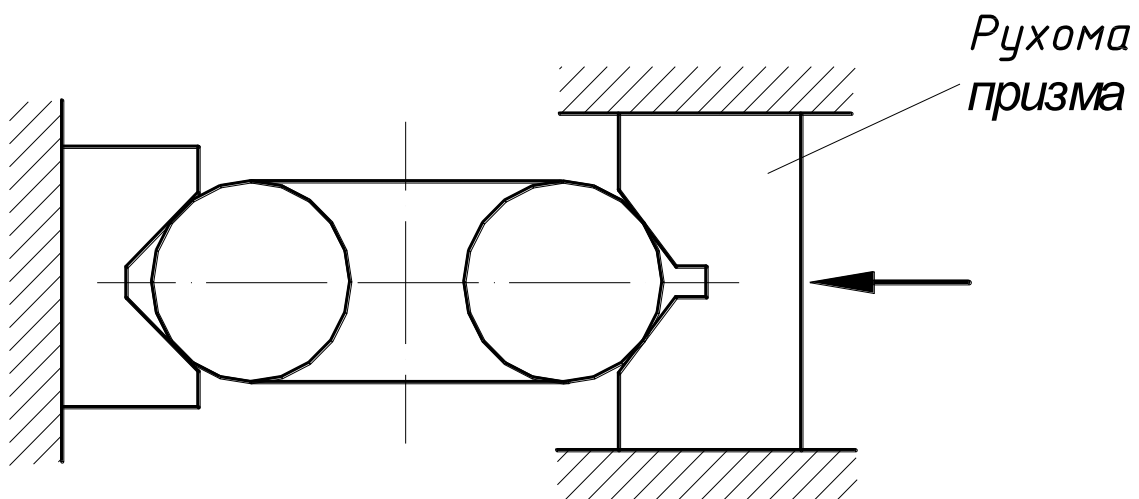


Рисунок 6. Схема встановлення заготовки із застосуванням рухомої призми

2. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

У цій лабораторній роботі розглядаємо технологічну операцію фрезерування лиски на заготовці, яка має форму тіла обертання. Для механічного оброблення заготовку встановлюють на зовнішню циліндричну поверхню у верстатний пристрій з опорним елементом у вигляді призми (рис. 7). Розмір, який визначає розташування лиски, найчастіше задається одним із трьох способів (відповідно, розміри A_1 , A_2 та A_3).

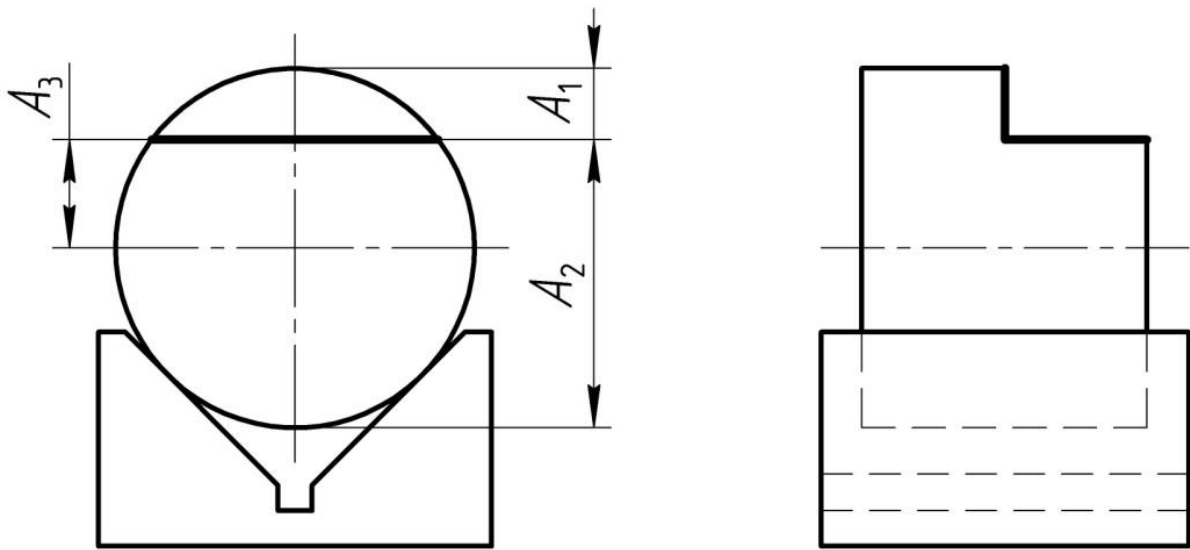


Рисунок 7. Способи задання розмірів, які визначають розташування лиски

В роботі пропонується спочатку визначити похибку базування на ці три розміри розрахунковим шляхом, потім визначити її експериментально лише для розмірів A_1 та A_3 , оскільки вимірювальна база розміру A_2 є уявною і експериментально визначити її зміщення неможливо.

Потім, зіставивши результати, зробити висновки.

Під час розрахунків та експерименту оцінюється вплив на величину похибки базування способу задання розміру та величини кута між робочими площинами призми.

Розрахувати похибку базування можна за допомогою технологічних розмірних ланцюгів, у яких ланками замикання є розміри A_1 , A_2 та A_3 . Для кожного з розмірів шукатимемо похибку базування як поле розсіювання ланки замикання.

Знайдемо похибку базування на розмір A_1 .

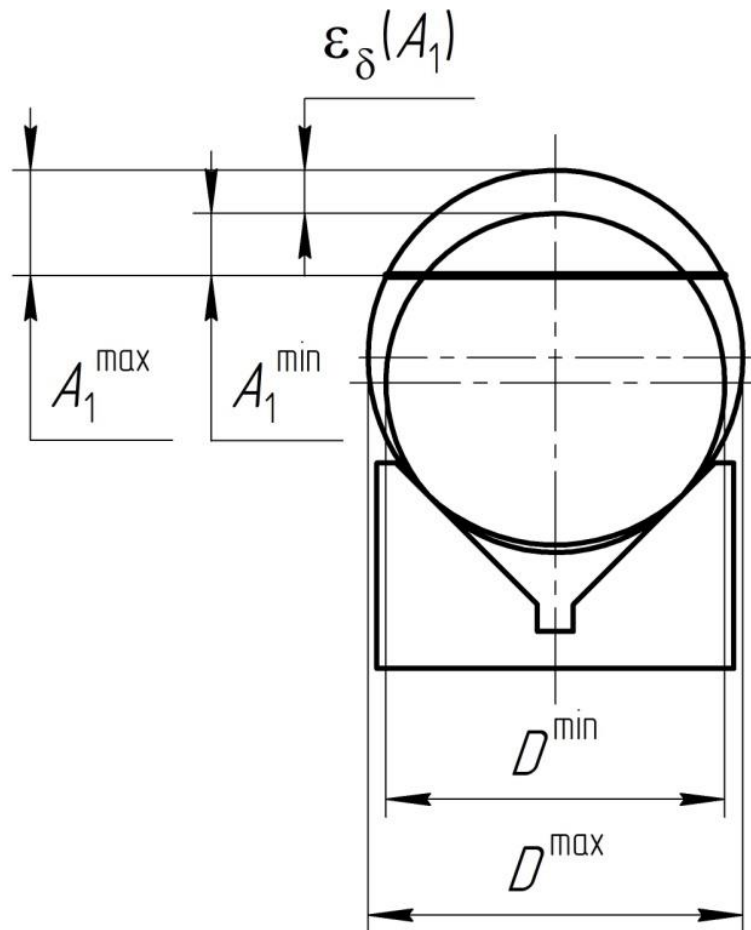


Рисунок 8. Схема, що пояснює механізм виникнення похибки базування

Якщо розглядати базування в призму партії заготовок з діаметром D_T зовнішньої поверхні, де T – допуск на цей діаметр, то похибку базування можна визначити за формулою

$$\varepsilon_{\delta}(A_1) = A_1^{\max} - A_1^{\min}. \quad (1)$$

З рис. 8 випливає, що розміри A_1^{\max} і A_1^{\min} отримуються фрезеруванням заготовок з, відповідно, максимальним і мінімальним діаметром зовнішньої циліндричної поверхні.

Відповідно до рис. 9, рівняння розмірного ланцюга, ланкою замикання якого є розмір A_1 , таке

$$A_1 = L_{PM} + D - C, \quad (2)$$

де L_{PM} – довжина відрізка PM ;

C – розмір налаштування інструменту.

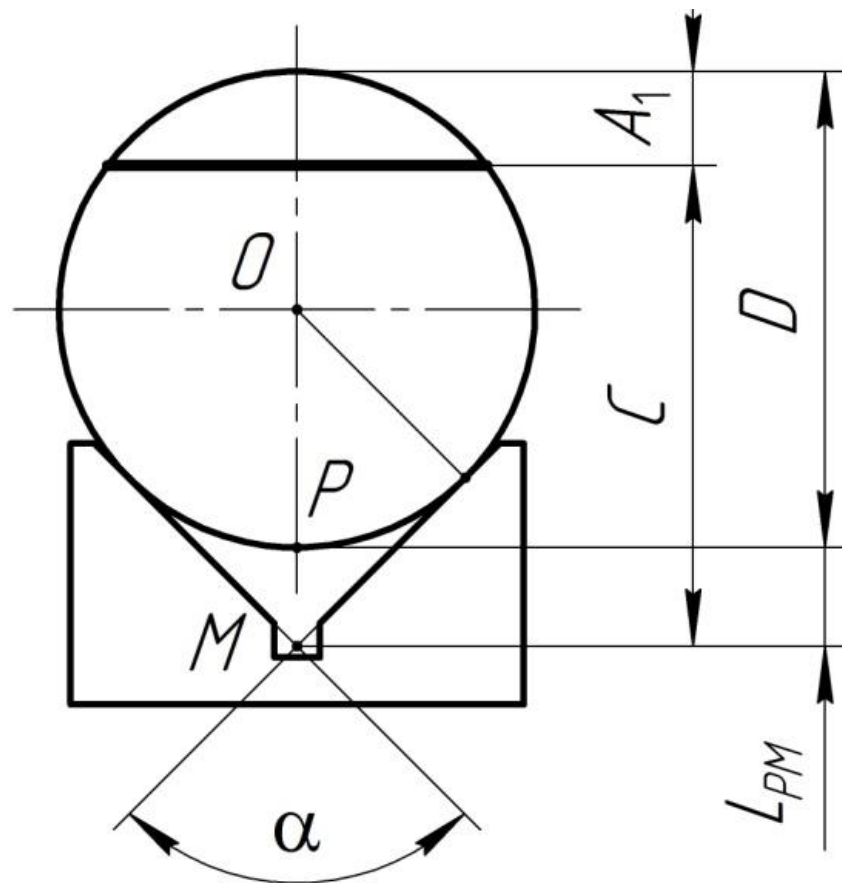


Рисунок 9. Розрахункова схема для визначення похибки базування

Довжина відрізка РМ складає

$$L_{PM} = L_{OM} - \frac{D}{2} = \frac{L_{OK}}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D}{2}$$

Оскільки $L_{OK} = \frac{D}{2}$, то після нескладних перетворень остаточно отримаємо

$$L_{PM} = \frac{D}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right). \quad (3)$$

Вважаючи, що розмір C під час оброблення партії деталей не змінюється, у відповідності з рис. 3 запишемо

$$A_1^{\max} = L_{PM}^{\max} + D^{\max} - C; \quad (4)$$

$$A_1^{\min} = L_{PM}^{\min} + D^{\min} - C, \quad (5)$$

$$\text{де } L_{PM}^{\max} = \frac{D^{\max}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right); L_{PM}^{\min} = \frac{D^{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right).$$

Підставивши співвідношення (4) і (5) в (1), отримаємо

$$\varepsilon_{\delta}(A_1) = \frac{D^{\max} - D^{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) + (D^{\max} - D^{\min}). \quad (6)$$

Враховуючи, що $D^{\max} - D^{\min} = T(D)$, з (6) отримаємо

$$\varepsilon_{\delta}(A_1) = \frac{T(D)}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) + T(D). \quad (7)$$

Спростивши, остаточно отримаємо

$$\varepsilon_{\delta}(A_1) = \frac{T(D)}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right). \quad (8)$$

Аналогічно можна знайти співвідношення для визначення похибок базування на розміри A_2 та A_3

$$\varepsilon_{\delta}(A_2) = \frac{T(D)}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right). \quad (9)$$

$$\varepsilon_{\delta}(A_3) = \frac{T(D)}{2} \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right). \quad (10)$$

3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. За допомогою мікрометра виміряти дійсні значення діаметральних розмірів циліндричних поверхонь всіх заготовок (валиків) партії.

2. Знайти поле розсіювання цих розмірів за формулою

$$\delta(D) = D^{\max} - D^{\min}.$$

3. Вважаючи, що поле допуску діаметрального розміру $T(D)$ дорівнює полю розсіювання $\delta(D)$, визначити похибки базування на розміри A_1 , A_2 та A_3 за формулами (8 – 10).

Розрахунки провести для випадків базування циліндричної деталі на призми з кутами 60° , 90° та 120° .

4. Користуючись вимірювальним пристроєм, схема якого зображена на рис. 10, визначити експериментально похибку базування на розміри A_1 та A_3 як різницю між граничними положеннями вимірювальних баз цих розмірів. Дослідження провести для випадків базування валика на призми з кутами 60° ; 90° та 120° .

5. Результати розрахунків і вимірювань занести в табл. 1.

6. Порівняти результати досліджень та експерименту і зробити висновки про вплив способу задання положення лиски, а також величини кута призми на величину похибки базування.

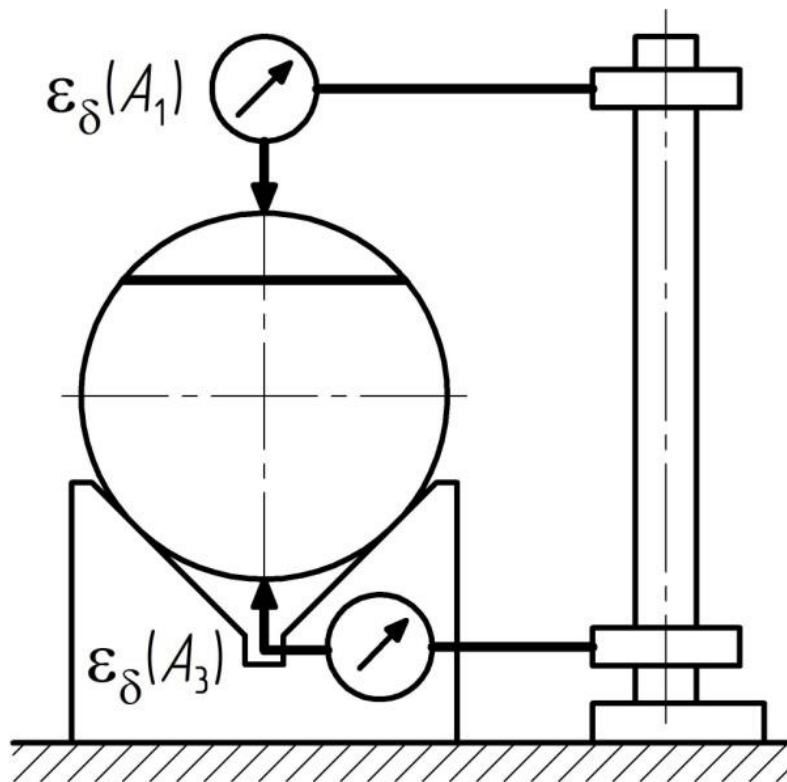


Рисунок 10. Схема вимірювального пристрою для експериментального визначення похибки базування

Таблиця 1. Похибки базування циліндричних деталей в призмі

Розмір, на який визначається похибка базування	Похибка базування					
	$\alpha = 60^\circ$		$\alpha = 90^\circ$		$\alpha = 120^\circ$	
	Розра- хунок	Експе- римент	Розра- хунок	Експе- римент	Розра- хунок	Експе- римент
A_1						
A_2		—		—		—
A_3						

4. ПРИСТРОЇ ТА ПРИЛАДИ

1. Мікрометр (ціна поділки 0,01 мм).
2. Вимірювальний пристрій з індикаторами годинникового типу (ціна поділки 0,01 мм).
3. Опорні призми з кутами 60° ; 90° та 120° .

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування і мета роботи.
2. Схема вимірювального пристрою.
3. Результати вимірювань дійсних розмірів валиків.
4. Заповнена таблиця з результатами розрахунків і вимірювань.
5. Висновки.

6. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть відомі способи встановлення циліндричних заготовок в пристосуваннях для їх механічного оброблення.
2. Що є головними опорами пристосувань для встановлення заготовок циліндричними поверхнями.
3. Які бувають види призми за конструкцією.
4. Поняття похибки базування. Як визначається ця похибка?
5. Як впливає кут призми на величину похибки базування?
6. Вивести формули для розрахунку похибки базування для розмірів A_1 , A_2 , та A_3 .
7. Запропонувати схеми базування, які забезпечують відсутність похибки базування на розміри A_1 , A_2 , та A_3 .

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей. – Киев : Техника, 1976. – 200 с.
2. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. – Москва : Машиностроение, 1977. – 416 с.
3. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. Москва : Машиностроение, 1972. – 216 с.

ЗМІСТ

1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ	3
2. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	8
3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ	13
4. ПРИСТРОЇ ТА ПРИЛАДИ	15
5. ЗМІСТ ЗВІТУ	15
6. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ	15
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	16

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Навчально-методична література

Радик Д.Л., Ткаченко І.Г., Сіправська М.Д.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для лабораторних занять і самостійної роботи студентів
усіх форм навчання

на тему:

**“Визначення похибки встановлення
циліндричних деталей в призмі”**

з дисципліни

“Технологічні основи машинобудування”

Призначена для здобувачів вищої освіти
освітнього рівня бакалавр
за спеціальністю 131 – Прикладна механіка

Комп'ютерне макетування та верстка *А.П. Катрич*

Формат 60х90/16. Обл. вид. арк. 0,36. Тираж 10 прим. Зам. № 3167.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4226 від 08.12.11.